



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001045303 A**(43) Date of publication of application: **16.02.01**

(51) Int. Cl.

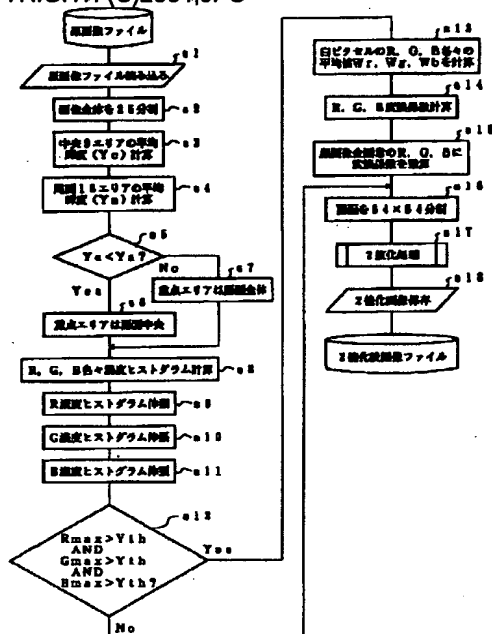
H04N 1/46
G06T 1/00
(21) Application number: **11212767**(71) Applicant: **SHARP CORP**(22) Date of filing: **27.07.99**(72) Inventor: **KODAMA YASUSHI**(54) **IMAGE THRESHOLDING METHOD**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve readability of a low contrast part in an image thresholding method for thresholding an analog or multi-gradation digital image to be processed by level-discriminating it according to a threshold.

SOLUTION: A concentration histogram of each component of R, and B of a picture and maximum values Rmax, Gmax, and Bmax and minimum Rmin, Gmin, and Bmin of concentration histogram distribution of each R, G, and B are calculated (s8), and the concentration histogram distribution is extended so that the values of both edges of each data value area can be obtained (s9-s11). Thus, correction of brightness and the correction of contrast shortage and the correction of color tone can be operated. As a result, satisfactory binary pictures suitable for contents judgment can be obtained. Also, a contrast and the color tone can be simultaneously corrected, and processing speed can be improved.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-45303
(P2001-45303A)

(43) 公開日 平成13年2月16日 (2001.2.16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターミナル* (参考)
H 0 4 N	1/46	H 0 4 N	1 0 3 C
G 0 6 T	1/00	G 0 6 F	5 B 0 4 7
			4 0 0 L
			5 C 0 7 7

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

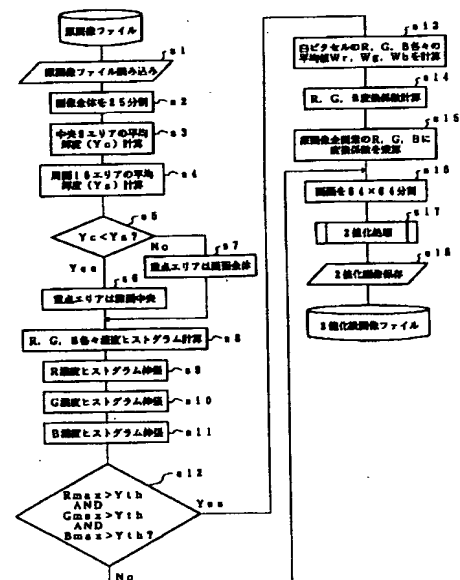
(21) 出願番号	特願平11-212767	(71) 出願人	000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(22) 出願日	平成11年7月27日 (1999.7.27)	(72) 発明者	児玉 裕史 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
		(74) 代理人	100080034 弁理士 原 謙三
		Fターム(参考)	5B047 AB04 DB06 DC01 DC02 DC04 5C077 LL01 MP01 MP08 PP10 PP31 PP32 PP37 PP41 PP43 PP44 PP46 PQ12 PQ18 RR02 RR15 RR21

(54) 【発明の名称】 画像2値化方法

(57) 【要約】

【課題】 処理対象となるアナログまたは複数階調のデジタル画像を閾値でレベル弁別することによって2値化処理 (s 1 7) を行うようにした画像2値化方法において、低コントラスト部分の判読性を向上する。

【解決手段】 前記画像のR、G、Bの各成分の濃度ヒストグラムならびにR、G、Bそれぞれの濃度ヒストグラム分布の最大値Rmax、Gmax、Bmaxおよび最小値Rmin、Gmin、Bminを求め (s 8)、それぞれデータ値域の両端の値となるように濃度ヒストグラム分布を伸張する (s 9～s 11) ことによって、明るさの補正、コントラスト不足の補正および色調補正を行う。この結果、内容判別に適した良好な2値画像を得ることができる。また、コントラストと色調とを同時に補正することができ、処理速度の向上を図ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 処理対象となるアナログまたは複数階調のデジタル画像を予め定める閾値でレベル弁別することによって 2 値化処理を行うようにした画像 2 値化方法において、

前記処理対象のアナログまたは複数階調のデジタル画像の R、G、B の各成分の濃度ヒストグラムならびに R、G、B それぞれの濃度ヒストグラム分布の最大値 Rmax、Gmax、Bmax および最小値 Rmin、Gmin、Bmin を求め、

前記最大値 Rmax、Gmax、Bmax および最小値 Rmin、Gmin、Bmin がデータ値域の両端の値となるように濃度ヒストグラム分布を伸張することによって、明るさの補正、コントラスト不足の補正および色調補正を行うことを特徴とする画像 2 値化方法。

【請求項 2】 前記伸張処理を、伸張前の濃度値を R、G、B、伸張後の濃度値を R'、G'、B'、前記データ値域の最小値を 0、最大値を MAX とすると、

$$R' = \{MAX / (Rmax - Rmin)\} \times (R - Rmin)$$

$$G' = \{MAX / (Gmax - Gmin)\} \times (G - Gmin)$$

$$B' = \{MAX / (Bmax - Bmin)\} \times (B - Bmin)$$

の 1 次式によって行うことを特徴とする請求項 1 記載の画像 2 値化方法。

【請求項 3】 画像の中から白い画素と考えられる画素を白画素として抽出し、

抽出した白画素の R、G、B の各濃度値の平均値 Wr、Wg、Wb を求め、

その平均値 Wr、Wg、Wb が相互に等しくなるような変換係数 Kr、Kg、Kb を求め、

原画像の全画素の R、G、B の各濃度値にその変換係数 Kr、Kg、Kb をそれぞれ乗算することで、さらに白バランス補正を行うことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の画像 2 値化方法。

【請求項 4】 前記最大値 Rmax、Gmax、Bmax と、予め定める閾値 Yth との大小を比較し、Rmax > Yth、Gmax > Yth、Bmax > Yth の 3 条件が同時に成立すると、前記請求項 1 による濃度ヒストグラム伸張による色補正が難しい画像であると判定し、前記請求項 3 の白バランス補正を行うことを特徴とする請求項 3 記載の画像 2 値化方法。

【請求項 5】 画像の全エリアを微小エリアに分割し、前記微小エリアについて、輝度が一定値 Yp 以上となる画素の輝度値の平均値 Yave から 2 値化の閾値 Bth を計算し、

前記一定値 Yp 以上となる画素数 m と任意に設けた個数の基準値 M とが、m < M である場合には任意の固定の閾値を使用し、前記 m < M でない場合には前記閾値 Bth

を使用することを特徴とする請求項 1～4 の何れかに記載の画像 2 値化方法。

【請求項 6】 任意の 1 個の微小エリアを注目微小エリアとしたとき、該注目微小エリアを含む近傍数エリアの閾値との間で補間を取ることによって、前記注目微小エリアの新たな閾値 Bave として算出することを特徴とする請求項 1～5 の何れかに記載の画像 2 値化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10 【発明の属する技術分野】 本発明は、デジタルスチルカメラ、イメージスキャナ、あるいはビデオキャプチャ回路等で取得したカラー静止画像の白黒 2 値化方法に関する。

【0002】

20 【従来の技術】 前記カラー静止画像を前記白黒 2 値化画像に変換するにあたっては、前記取得したカラー画像信号やデータを所定の閾値でレベル弁別することになる。その閾値の作成手法については、従来から種々の方法が知られている。たとえば、単純に全画素の輝度平均値を 2 値化の閾値とする方法、アナログ画像や階調のあるデジタル画像では、図 11 において参照符 α1 で示すような濃度ヒストグラム（図 11 では濃度を 8 ビット、すなわち 0～255 の 256 階調で示している）を求め、参照符 α2 で示すヒストグラムの谷の部分に相当する輝度値を閾値とする方法等がある。

30 【0003】 また、他の従来技術である特開平 8-30728 号公報では、文字認識等への応用を前提に、2 値化の際に閾値を用いず、予め学習させておいたニューラルネットワークにより、背景と文字成分との分離を行うことが提案されている。

【0004】

40 【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前述のような閾値決定方法では、画像全体で 1 つの閾値を用いる場合と、画像を分割し、それぞれの微小エリアについて閾値を求める場合値との何れの場合も、図 11 において参照符 α3 で示すように、コントラストが低く、濃度ヒストグラムが偏っていると、極端に高い値または低い値に閾値が設定され、2 値化された画像は、目視でも内容が判別しにくい画像になってしまうという問題がある。たとえば、白黒の新聞写真を、イメージスキャナや、CCD、C-MOS エリアセンサ等を用いたデジタルカメラで撮影したデジタル画像の場合、新聞写真部分のコントラストが低く、従来技術による閾値決定方法では、前記デジタル画像中に含まれている微小な変化もそれぞれ 1 または 0 の何れかに 2 値化され、内容の判別しにくい 2 値画像となってしまう。同様に、自然画を 2 値化してインパクトを与える効果をねらう場合においても、また文字認識等の前処理として 2 値化を行う際にも、前述の従来技術による閾値決定方法では、ノイズ成分が増加し、望ましくない。

【0005】一方、前記ニューラルネットワークを用いた2値化の場合には、ネットの学習程度によって結果が左右されてしまうので、学習時間が短いと、自然画と文字との両方に対応しにくく、実用になるまでのオーバーヘッドが大きい等の問題がある。

【0006】本発明の目的は、2値化対象画像の低コントラスト部分の判読性を向上することができるとともに、ノイズを低減することができる画像2値化方法を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の画像2値化方法は、処理対象となるアナログまたは複数階調のデジタル画像を予め定める閾値でレベル弁別することによって2値化処理を行うようにした画像2値化方法において、前記処理対象のアナログまたは複数階調のデジタル画像のR、G、Bの各成分の濃度ヒストグラムならびにR、G、Bそれぞれの濃度ヒストグラム分布の最大値Rmax、Gmax、Bmaxおよび最小値Rmin、Gmin、Bminを求め、前記最大値Rmax、Gmax、Bmaxおよび最小値Rmin、Gmin、Bminがデータ値域の両端の値となるように濃度ヒストグラム分布を伸張することによって、明るさの補正、コントラスト不足の補正および色調補正を行うことを特徴とする。

【0008】上記の構成によれば、2値化処理前に、濃度ヒストグラム分布を伸張することによって、画像の明るさおよびコントラスト不足が補正され、閾値を用いた2値化にあたって、その精度を向上することができる。また、R、G、Bの各濃度ヒストグラムの分布に違いがある場合、前記伸張処理によって各色の値域が等しくなるように変換されるので、本来白い部分に色が付いてしまっているような色調のずれも同時に補正することができる。

【0009】さらにまた、前記色調補正を採用することによって、色調が偏っていると前記白部分で輝度が大きく変化し、たとえば青に偏っていると前記白部分で輝度が大きく低下し、閾値が適切に抽出されなくなってしまうのに対して、このような不具合を防止することができる。この結果、内容判別に適した良好な2値画像を得ることができる。また、コントラストと色調とを同時に補正することができ、処理速度の向上を図ることができる。

【0010】また、本発明の画像2値化方法は、前記伸張処理を、伸張前の濃度値をR、G、B、伸張後の濃度値をR'、G'、B'、前記データ値域の最小値を0、最大値をMAXとすると、

$$R' = \{MAX / (R_{max} - R_{min})\} \times (R - R_{min})$$

$$G' = \{MAX / (G_{max} - G_{min})\} \times (G - G_{min})$$

$$B' = \{MAX / (B_{max} - B_{min})\} \times (B - B_{min})$$

min)

の1次式によって行うことを特徴とする。

【0011】上記の構成によれば、前記最大値Rmax、Gmax、Bmaxおよび最小値Rmin、Gmin、Bminが、それぞれデータ値域の両端の値MAX、0となるように、簡易な処理で伸張することができる。R、G、Bそれぞれについて濃度ヒストグラム分布を伸張するので、単色の色調補正では補正不可能であった画像についても、高コントラストな変換画像を得ることができる。

【0012】さらにまた、本発明の画像2値化方法は、画像の中から白い画素と考えられる画素を白画素として抽出し、抽出した白画素のR、G、Bの各濃度値の平均値Wr、Wg、Wbを求め、その平均値Wr、Wg、Wbが相互に等しくなるような変換係数Kr、Kg、Kbを求め、原画像の全画素のR、G、Bの各濃度値にその変換係数Kr、Kg、Kbをそれぞれ乗算することで、さらに白バランス補正を行うことを特徴とする。

【0013】上記の構成によれば、たとえば白画素は彩度がきわめて小さいという特長を利用して、本来白い画素と考えられる画素を白画素として抽出し、その抽出した白画素のR、G、Bの各濃度値をそれぞれ加算し、個数で除算することによって求めた濃度平均値Wr、Wg、Wbから、原画像の平均輝度をWyとすると、 $Wr \cdot Kr = Wg \cdot Kg = Wb \cdot Kb = Wy$ が成立するように、

$$Kr = Wy / Wr, \quad Kg = Wy / Wg, \quad Kb = Wy / Wb$$

で求めた変換係数Kr、Kg、Kbを、原画像の全画素のR、G、Bの各濃度値にそれぞれ乗算すると、本来白い部分に付いた色に偏ってしまっている画像全体の色調を補正することができる。

【0014】したがって、たとえば原画像の中に面積の大きいハイライト部分があるような画像で、光源の色温度や、デジタルカメラ内部のホワイトバランスの誤動作等で、前述のように本来白い部分に付いた色に画像全体の色調が偏ってしまい、請求項1の濃度ヒストグラムによる色補正効果が少ない画像の場合にも、画像全体の色調を補正し、自然な色調とした後に2値化処理を行うことが可能になり、色調補正できる対象画像を増やすことができる。

【0015】また、本発明の画像2値化方法は、前記最大値Rmax、Gmax、Bmaxと、予め定める閾値Ythとの大きさを比較し、 $R_{max} > Y_{th}$ 、 $G_{max} > Y_{th}$ 、 $B_{max} > Y_{th}$ の3条件が同時に成立すると、前記請求項1による濃度ヒストグラム伸張による色調補正が難しい画像であると判定し、前記請求項3の白バランス補正を行うことを特徴とする。

【0016】上記の構成によれば、前記原画像の中に面積の大きいハイライト部分がある前記請求項1による濃

10

20

30

40

50

度ヒストグラム伸張による色補正が難しい画像を判定することができ、前記請求項3の白バランス補正を適切に行うことができる。

【0017】さらにまた、本発明の画像2値化方法は、画像の全エリアを微小エリアに分割し、前記微小エリアについて、輝度が一定値 Y_p 以上となる画素の輝度値の平均値 Y_{ave} から2値化の閾値 B_{th} を計算し、前記一定値 Y_p 以上となる画素数 m と任意に設けた個数の基準値 M とが、 $m < M$ である場合にはその微小エリアほとんどが暗い黒ベタ部分と判断して任意の固定の閾値を使用し、前記 $m < M$ でない場合にはその微小エリアは前記黒ベタ部分ではなく、値域内で輝度が適度に分布していると判断し、前記閾値 B_{th} を使用することを特徴とする。

【0018】上記の構成によれば、微小エリア内で2値化された結果、自然画の場合は空、文字の場合は背景といった、画素値が1になるのが望ましい部分のみの輝度情報を抽出し、2値化の閾値 B_{th} を決定するので、2値化処理結果は、たとえば暗い背景は確実に0になり、明るい部分は確実に1となり、暗い背景がランダムに1または0に2値化されるようなノイズが生じるようなことはなく、文字認識の前処理としても有効である。

【0019】また、本発明の画像2値化方法は、任意の1個の微小エリアを注目微小エリアとしたとき、該注目微小エリアを含む近傍数エリアの閾値との間で補間を取ることで、前記注目微小エリアの新たな閾値 B_{ave} として算出することを特徴とする。

【0020】上記の構成によれば、白黒の文書を撮影したデジタル画像で、部分的に何らかの陰が写り込んでおり、黒い文字の黒画素値は隣接画素で近似しているが、背景の白部分の画素値が大きく異なり、隣接微小エリア間で2値化の閾値 B_{th} が大きく異なるのを緩和できるため、良好な2値化画像を得ることが可能である。

【0021】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態について、図1～図10に基づいて説明すれば以下のとおりである。

【0022】図1は、本発明に係わる画像2値化方法が適用される画像処理装置の構成の一例を示すブロック図である。この画像処理装置は、マイクロコンピュータなどで実現される処理装置1と、陰極線管や液晶表示装置などで実現される表示装置2と、RAMなどで実現される画像処理用メモリ3と、ハードディスク装置などで実現される主ストレージ装置4と、マウスやキーボードなどで実現されるコマンド入力装置5と、RAMなどで実現されるプログラム記憶用メモリ6と、外部インタフェース回路7とを備えて構成されている。

【0023】前記処理装置1は、前記コマンド入力装置5からのユーザ操作にตอบสนองして、画像処理プログラムや処理対象画像のデータを取込み、後に詳述するような白

黒2値化処理を行うとともに、処理データの格納や表示画像の作成などのシステム全体の入出力制御や演算処理を行う。前記表示装置2は、表示部と表示用メモリと前記処理装置1とのインタフェース回路などを備えて構成されており、コマンドや処理対象の画像などの前記処理装置1で作成された表示画像を表示する。

【0024】前記画像処理用メモリ3は、処理対象画像の画像値データを記憶するとともに、画像処理演算のためのワークエリアとして使用される。前記主ストレージ装置4は、処理対象画像や処理後の画像ならびに画像処理プログラムなどを記憶、保存している。前記コマンド入力装置5は、プログラムの実行、停止、処理対象画像の指定、処理後の画像の保存先の指定等をユーザが入力するために操作される。

【0025】前記プログラム記憶用メモリ6は、プログラムの実行前に、前記主ストレージ装置4に保存されている前記画像処理プログラムを読み出し、実行するために用いられる。前記外部インタフェース回路7は、前記デジタルスチルカメラ、イメージスキャナ、あるいはビデオキャプチャ回路等で取得された処理対象のカラー静止画像のデータを取込み、また印刷装置に対する2値化処理後の画像データの出力などのために用いられる。

【0026】本発明に従う画像2値化方法は、概略的に、2値化処理前に、処理対象画像の明るさの補正やコントラストの補正を行い、さらに本来白い部分に色が付いてしまっているような色調のずれを補正する。そして、画像を任意の微小エリアに分割し、各エリア毎に求めた閾値によって2値化処理を行う。

【0027】前記外部インタフェース回路7を介して取込まれ、前記主ストレージ装置4に保存されている原画像ファイルから、処理対象のカラー静止画像のファイルが読み出され、JPEGなどの予め指定されたフォーマットの前記処理対象画像のデータは、伸長処理などによって、各画素毎に、たとえばR、G、Bの各色当り8ビットのビットマップ画像に展開されて、前記画像処理用メモリ3に記憶される。

【0028】そして、さらに2値化処理にあたって、その画像がどのような被写体を撮影した画像であるか、またどのような手法で画像補正を施したらよいかを予測するために、図2で示すように、画面全体を小エリアに分割する（図2では、展開されたビットマップの縦、横を各々5分割、すなわち画面全体を25の小エリアに分割している）。すなわち、各小エリアの輝度、R、G、Bの平均値、IQ値または、B-Y、R-Y等の色差信号等の画像属性を計算することによって、前記被写体の推測や画像補正の手法を決定することができる。

【0029】たとえば、図2で示すように、画面全体を前記25の小エリアに分割し、さらに中央9エリアと周囲16エリアとに区分する。前記中央9エリアとは、図中のエリア番号6、7、8、11、12、13、16、

17, 18で構成された矩形エリアのことであり、また周囲16エリアとは、画面全体から、前記中央9エリアの部分を除いたエリアのことである。

【0030】そして、まず前記中央9エリアの平均輝度 Y_c を求める。中央9エリアの平均輝度 Y_c は、たとえ*

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B \quad \dots (1)$$

次に、同様に、周囲16エリアの平均輝度 Y_a を求める。続いて、上記平均輝度 Y_c と Y_a とを比較し、 Y_c が Y_a よりも小さければ、画面中央にある被写体が逆光にあると判断することができ、周囲より暗い中央部の階調を優先的に以下の補正を行うようにする。これに対して、 Y_c が Y_a より大きい場合等は、風景や人物の集合写真といった画面全体を重視すべき画像と判断することができ、画面全体の25エリアすべての画素を対象に補正を行うようにする。このようにして、前記被写体の推測や画像補正の手法を決定することができる。

【0032】図3および図4は、前記濃度補正および色調補正を説明するためのグラフである。補正にあたっては、まず図3で示すように、R、G、Bの各成分の濃度ヒストグラムならびにR、G、Bそれぞれの濃度ヒストグラム分布の最大値 R_{max} 、 G_{max} 、 B_{max} および最小値 R_{min} 、 G_{min} 、 B_{min} が求められる。すなわち、図3において、参照符 $\beta 1$ は原画像から求められたR、G、Bのうち、任意の一色の濃度ヒストグラムの一例であり、その分布範囲の最小値を min で、最*

$$R' = \{255 / (R_{max} - R_{min})\} \times (R - R_{min}) \quad \dots (2)$$

$$G' = \{255 / (G_{max} - G_{min})\} \times (G - G_{min}) \quad \dots (3)$$

$$B' = \{255 / (B_{max} - B_{min})\} \times (B - B_{min}) \quad \dots (4)$$

このようにして、前記濃度補正および色調補正を同時に行うことができ、処理速度を向上することができる。

【0035】しかしながら、前述の濃度ヒストグラムによる色補正効果が少ない画像の場合には、さらに白バランス補正を行う。まず、補正を行うべきか否かを判定するために、前記R、G、Bの各濃度ヒストグラムの最大値 R_{max} 、 G_{max} 、 B_{max} と、予め定める閾値 Y_{th} との大小を比較し、 $R_{max} > Y_{th}$ 、 $G_{max} > Y_{th}$ 、 $B_{max} > Y_{th}$ の3条件が同時に成立すると、前記濃度ヒストグラム伸張による色補正が難しい画像であると判定し、白バランス補正を行うようにする。すなわち、前記閾値 Y_{th} は、前記のようにR、G、B各色毎に8ビット、すなわち0~255の値域では、たとえば245に選ばれ、前記3条件が同時に成立するような画像は、R、G、B総ての濃度ヒストグラムの最大値がいずれも255に近い値で、たとえば原画像の中に★

$$W_r \cdot K_r = W_g \cdot K_g = W_b \cdot K_b = W_y \quad \dots (5)$$

が成立することから求められ、

$$K_r = W_y / W_r \quad \dots (6)$$

$$K_g = W_y / W_g \quad \dots (7)$$

$$K_b = W_y / W_b \quad \dots (8)$$

*ば画素のR、G、B成分をより人間の視感度特性に合わせて下式にて1画素ずつ求めた後に、それを前記中央9エリアの全画素について積算し、画素数で除算することにより求められる。

【0031】

※大値を max で示している。

【0033】次に、補正は、前記最小値 min および最大値 max を、8ビット、すなわち0~255までの256階調の値域に伸張し、参照符 $\beta 2$ に示すような分布にすることによって実現される。すなわち前記伸張処理によって、画像としては値域の最小値から最大値についてその色の画素が分布することになり、明るさが補正されるとともに、特定の濃度値にだけ分布が集中してしまうようなコントラストの不足を補正することができる。

【0034】また、図4(a)で示すように、原面にR、G、Bの各濃度ヒストグラムの分布に違いがある場合(図4(a)では、赤っぽい画像を例示している)は、上記濃度ヒストグラムの伸張によって各色の値域が等しくなるように変換されるので、図4(b)で示すように、同時に色調も補正される。上記伸張に用いる式は、伸張前の濃度値をR、G、B、伸張後の濃度値を R' 、 G' 、 B' とすると、たとえば下式で示すような1次式によって求められる。また、濃度値Rと R' とは、図5にも示す。

★面積の大きいハイライト部分があるような画像であり、前記濃度ヒストグラムによる色補正効果が少なくなってしまうためである。

【0036】次に、前記白バランス補正は、画像の中で本来白である画素を抽出し、その抽出した白画素のR、G、Bの各濃度値をそれぞれ加算し、白画素の個数で除算することによって求めた濃度平均値 W_r 、 W_g 、 W_b から、R、G、B各色毎に白画素を白くするための変換係数 K_r 、 K_g 、 K_b を求め、原画像の全画素のR、G、Bの各濃度値にその変換係数 K_r 、 K_g 、 K_b をそれぞれ乗算することで行われる。前記変換係数 K_r 、 K_g 、 K_b は、原画像の平均輝度を W_y とすると、それぞれ前記濃度平均値 W_r 、 W_g 、 W_b に乗じた結果が相互に等しくなり、さらに輝度を変化させないものとする、

である。

【0037】また、前記白画素の抽出は、彩度がきわめて小さいという特長を利用し、各画素の色成分を式9、10でそれぞれ示すI、Qの2つの値で表し、式11で*

$$I = 0.599R - 0.277G - 0.322B \quad \dots (9)$$

$$Q = 0.213R - 0.525G - 0.312B \quad \dots (10)$$

$$|I| < W_{th} \text{ AND } |Q| < W_{th} \quad \dots (11)$$

この結果、本来白である画素のR値、B値、G値が等しい値、すなわち白（正確にはグレー）に補正されるので、画像全体の色調を補正し、自然な色調とすることができ、色調補正できる対象画像を増やすことができる。また、たとえば画像の色調が青に偏っている場合、前記式1から、白画素の輝度値が低下してしまい、後述する閾値の抽出精度が低下してしまうという不具合をなくすることができる。

【0038】以上のようにして原画像のコントラストおよび色調の補正が行われると、補正後のデータを用いて、各画素が閾値によって2値化される。まず、2値化の閾値を求める前準備として、画面を微小エリアに分割する。次に、その分割した各微小エリア毎に、高輝度画素平均を基に2値化の閾値を決定する。続いて、その閾値*

$$Y_p \geq k \times Y_{ave}$$

次に、前記式12の条件を満たす画素数mを求め、その画素数mと任意に設けた個数の基準値M、たとえば10とを比較し、 $m < 10$ 、すなわち $16 \times 16 = 256$ 画素中に、前記平均輝度 Y_{ave} の所定係数k倍（ $k > 1$ ）以上の輝度 Y_p の画素が10個未満である場合には、その微小エリアほとんどが暗い黒ベタ部分で、2値化した結果を0としてしまうのが望ましいエリアであると判断し、そのエリアの閾値 B_{th} を値域の中央値（R、G、Bの各色毎に前記8ビットの分解能とする、128となる）とする。これに対して、 $m \geq 10$ である場合には、その微小エリアは黒ベタ部分ではなく、値域内で輝度が適度に分布していると判断し、前記平均輝度 Y_{ave} を閾値 B_{th} とする。

【0041】これによって、たとえば新聞の写真や大見出しをスキニングしたようなデジタル画像の場合、こういった黒ベタ部分は値域の中央値と比較して画素値が低く、前記のように値域の中央値で2値化することによって、値0に変換することができる。一方、この場合に前記平均輝度 Y_{ave} を閾値としてしまうと、該平均輝度 Y_{ave} が低い値となり、黒部分がランダムに1または0に変換され、元画像の黒部分が正確に0として変換されなくなってしまう。

★

注目エリアの閾値—任意の隣接エリアの閾値>基準値

… (13)

このようにして、2値化の閾値およびその閾値での2値化処理を行うことができる。

【0045】図7は、上述のような本発明の実施の一形態の画像2値化方法を説明するためのフローチャートである。前記外部インタフェース回路7を介して取込ま

*示すように、I、Q各々の絶対値がともに規定値 W_{th} より小さい場合、彩度がきわめて小さい画素、すなわち白画素であるとして行うことができる。

※値で各微小エリア内の全画素を2値化する。

【0039】前記微小エリアへの分割は、たとえば一般にXGAサイズと呼ばれる図6(a)に示す 1024×768 画素の画像を元画像とすると、 64×48 に分割することで行われる。この場合、図6(b)に示す各微小エリア a_1, a_2, \dots は、 16×16 画素で構成される正方形のエリアとなる。分割数は、本例では 64×48 としているが、画像サイズに応じて適宜変更されても良い。

【0040】2値化の閾値の決定は、前記の高輝度画素平均に基づいており、まず画像の平均輝度 Y_{ave} を求め、注目する微小エリア内の全画素について下式の条件を満たす画素の輝度 Y_p を積算し、その合計値 Y_w を求める。

… (12)

★【0042】そして、元画像中の全微小エリアについて、上記のようにして求めた閾値を仮の閾値とし、注目微小エリアを含む近傍の微小エリアの仮の閾値との間で補間を取ることによって、該注目微小エリアの新たな閾値 B_{ave} を計算し、その新たな閾値 B_{ave} に予め定める係数nを乗算することによって、実際の閾値 B_t を求め、2値化処理を行う。

【0043】したがって、たとえば白黒の文書を撮影したデジタル画像で、部分的に何らかの陰が写り込んでおり、隣接画素との間で、黒い文字の画素値は近似しているが、背景の白部分の画素値が大きく異なるような元画像に部分的な陰影の変化があり、注目微小エリアと隣接する微小エリアとの間で前記仮の閾値が大きく変化しているような場合にも、それを緩和することができる。

【0044】ただし、隣接する微小エリアとの間に、極端な明暗の変化があり、たとえば注目微小エリア c_3 が明部分にあり、任意の微小エリア c_2, c_4, b_3 または d_3 が暗部分にあるような場合、そのエリアの影響を受けないようにするために、下式で示すように両者の閾値に大きな差があると、そのエリアの閾値を前記補間演算に使用しないようにする。

れ、前記主ストレージ装置4に保存されている原画像ファイルから、ステップs1で、処理対象画像のファイルが前記JPEGなどの予め指定されたフォーマットで読込まれ、前記画像処理用メモリ3上にビットマップとして展開される。ステップs2では、前記被写体の推定や

補正手法の決定のために、たとえば前記図2で示すように、展開されたビットマップの縦、横を各々5分割し、画面全体が25の小エリアに分割される。

【0046】ステップs3では、前記中央9エリアにおいて、1画素ずつの輝度Yが前記式1に従って求められ、それを該中央9エリアの全画素について積算し、画素数で除算することによって前記平均輝度Ycが求められる。ステップs4では、同様にして周囲16エリアの平均輝度Yaが求められる。

【0047】ステップs5では、上記平均輝度YcとYaとが比較され、YcがYaよりも小さければ、画面中央にある被写体が逆光にあると判断して、ステップs6で周囲より暗い中央部の階調を優先的に補正するため、前記濃度ヒストグラムの計算や白ピクセルの抽出を中央9エリアの画素を対象に設定し、逆にYcがYaより大きい等しい場合は、風景や人物の集合写真といった画面全体を重視すべき画像と判断し、ステップs7において、画面全体の25エリアすべての画素を対象に設定する。ステップs8では、前記ステップs6またはs7で決定された注目エリアについて、R、G、Bの各成分の濃度ヒストグラムならびに前記最大値Rmax、Gmax、Bmaxおよび最小値Rmin、Gmin、Bminが求められる。ステップs9、s10、s11では、前記ステップs8で求めたR、G、Bそれぞれの濃度ヒストグラムを前記式2、3、4に従って伸張して、コントラスト補正および色調補正が行われる。

【0048】ステップs12では、前述したR、G、Bの各濃度ヒストグラムの最大値Rmax、Gmax、Bmaxと、閾値Ythとの大小が判定され、Rmax>Yth、Gmax>Yth、Bmax>Ythの3条件が同時に成立すれば、前記ステップs9～s11による濃度ヒストグラム伸張による色補正が難しい画像であると判定し、以下のステップs13～s15による第2の色補正ステップを処理に追加する。

【0049】ステップs13では、前記式9～11から、画像の中で本来白である画素の抽出が行われ、さらに抽出された白画素のR、G、Bの各濃度値がそれぞれ加算され、白画素の個数で除算することによって、白画素のR、G、B各色毎の濃度平均値Wr、Wg、Wbが求められる。ステップs14では、前記濃度平均値Wr、Wg、Wbから、前記式6、7、8によって、R、G、B各色毎に白画素を白くするための変換係数Kr、Kg、Kbが求められる。ステップs15では、原画像の全画素のR、G、Bの各濃度値に式6、7、8の変換係数Kr、Kg、Kbがそれぞれ乗算される。こうして、本来白である画素のR値、G値、B値が等しい値に補正されるため、画像全体の色調が補正され、自然な色調となる。

【0050】以上のステップs2～s15の処理によって、良好な2値化画像を得るために、原画像のコントラ

ストおよび色調の補正が行われ、ステップs16では、2値化の閾値を求める前準備として、画像が64×48画像の微小エリアに分割される。ステップs17では、前記s16で分割された各微小エリア毎に、高輝度画素平均を基に2値化の閾値が決定され、その閾値で各微小エリア内の全画素が2値化される。2値化された画像は、ステップs18において、指定された画像形式で保存され、2値化画像ファイルが作成される。

【0051】図8は、前記ステップs17における2値化処理の詳細を説明するためのフローチャートである。ステップs21では、画像の平均輝度Yaveが求められる。ステップs22では、注目微小エリア内の全画素について前記式12の条件を満たす画素の輝度Ypを積算し、その合計値Ywが求められる。ステップs23では、前記式12の条件を満たす画素数mが求められる。

【0052】ステップs24で、前記画素数m基準値Mとが比較され、 $m < M$ である場合には、その微小エリアほとんどが暗い黒ベタ部分で、2値化した結果を0としてしまうのが望ましいエリアであると判断し、ステップs25で、そのエリアの閾値Bthを値域の中央値とし、 $m \geq 10$ である場合には、その微小エリアは黒ベタ部分ではなく、値域内で輝度が適度に分布していると判断し、ステップs26で、前記平均輝度Yaveを閾値Bthとする。ステップs25、s26からはステップs27に移り、上記説明ではステップs22～s26の処理が画像内の1微小エリアについて説明しているが、画像内の全微小エリアについて実行されたか否かが判断され、そうでないときには前記ステップs22に戻り、そうであるときには画像中の全微小エリアについて仮の閾値が求まっているので、ステップs28に移る。

【0053】ステップs28では、元画像に部分的な陰影の変化があり、注目微小エリアと隣接する微小エリアとで前記s22からs28までのステップで求めた仮の2値化の閾値Bthが大きく変化することを緩和するため、前記式13に該当するエリアを除き、注目微小エリアを中心とする近傍の3×3の微小エリアの仮の閾値Bth間で補間を取り、新たな仮の閾値Baveが求められる。

【0054】ステップs29からステップs31では、ステップs28で求めた補間後の仮の閾値Baveに係数nを乗算し、実際の2値化のための閾値Btを求め、その閾値Btを用いて微小エリア内の全画素が2値化処理される。或る微小エリア、たとえば前記c3内の全画素について2値化処理が終了すると、次は注目微小エリアがd3となり、補間対象となる隣接微小エリアも1セクションだけシフトする。こうしてステップs32にて、全微小エリアについて2値化処理が完了するまでステップs28に戻り、完了すると前記ステップs18に戻る。

【0055】図9および図10は、2値化処理結果を示

す図である。図9(a)および図10(a)は、ともに元画像であり、図9(a)は名刺画像、図10(a)は風景画像である。図9(a)では背景に階調がついており、図10(a)では空に階調がついている。図9

(b)および図10(b)は、ともに従来技術による2値化処理結果を示すものであり、図9(c)および図10(c)は、ともに本発明による2値化処理結果を示すものである。

【0056】図9(b)では、背景部分と、文字の回りにノイズが乗っており、文字認識等の入力画像としては不適切である。また、図10(b)では、空の階調がそのままノイズのドットパターンとなって表現されている。これに対して、図9(c)では、背景や文字の周囲にノイズが少ないことが理解される。また、図10(c)では、空の部分がほぼ全域にわたり1に振り分けられており、コントラストの高い2値画像となることが理解される。

【0057】このようにして、2値化対象画像の低コントラスト部分の判読性を向上することができるとともに、ノイズを低減することができる。

【0058】

【発明の効果】本発明の画像2値化方法は、以上のように、処理対象となるアナログまたは複数階調のデジタル画像を予め定める閾値でレベル弁別することによって2値化処理を行うようにした画像2値化方法において、2値化処理前に、前記処理対象画像のR、G、Bの各成分の濃度ヒストグラムならびにR、G、Bそれぞれの濃度ヒストグラム分布の最大値 R_{max} 、 G_{max} 、 B_{max} および最小値 R_{min} 、 G_{min} 、 B_{min} を求め、前記最大値 R_{max} 、 G_{max} 、 B_{max} および最小値 R_{min} 、 G_{min} 、 B_{min} がデータ値域の両端の値となるように濃度ヒストグラム分布を伸張することによって、明るさの補正、コントラスト不足の補正および色調補正を行う。

【0059】それゆえ、明るさおよびコントラスト不足の補正によって2値化処理の精度を向上することができる。また、R、G、Bの各濃度ヒストグラムの分布に違いがあり、本来白い部分に色が付いてしまっているような色調のずれも同時に補正することができる。さらにまた、前記色調補正を採用することによって、色調が偏っていると前記白部分で輝度が大きく変化し、閾値が適切に抽出されなくなってしまうような不具合を防止することができ、内容判別に適した良好な2値画像を得ることができる。また、コントラストと色調とを同時に補正することができ、処理速度の向上を図ることができる。

【0060】また、本発明の画像2値化方法は、以上のように、前記伸張処理を、R、G、B各色毎の1次式によって行う。

【0061】それゆえ、簡易な処理で伸長することができるとともに、R、G、Bそれぞれについて濃度ヒスト

グラム分布を伸張するので、単色の色調補正では補正不可能であった画像についても、高コントラストな変換画像を得ることができる。

【0062】さらにまた、本発明の画像2値化方法は、以上のように、画像の中から白い画素と考えられる画素を白画素として抽出し、抽出した白画素のR、G、Bの各濃度値の平均値 W_r 、 W_g 、 W_b を求め、その平均値 W_r 、 W_g 、 W_b が相互に等しくなるような変換係数 K_r 、 K_g 、 K_b を求め、原画像の全画素のR、G、Bの各濃度値にその変換係数 K_r 、 K_g 、 K_b をそれぞれ乗算することで、さらに白バランス補正を行う。

【0063】それゆえ、本来白い部分に付いた色に画像全体の色調が偏ってしまい、請求項1の濃度ヒストグラムによる色補正効果が少ない画像の場合にも、画像全体の色調を補正し、自然な色調とした後に2値化処理を行うことが可能になり、色調補正できる対象画像を増やすことができる。

【0064】また、本発明の画像2値化方法は、以上のように、前記最大値 R_{max} 、 G_{max} 、 B_{max} の総てが予め定める閾値 Y_{th} より大きい場合に、前記請求項1による濃度ヒストグラム伸張による色補正が難しい画像であると判定し、前記請求項3の白バランス補正を行う。

【0065】それゆえ、前記原画像の中に面積の大きいハイライト部分がある前記請求項1による濃度ヒストグラム伸張による色調補正が難しい画像を判定することができ、前記請求項3の白バランス補正を適切に行うことができる。

【0066】さらにまた、本発明の画像2値化方法は、以上のように、画像の全エリアを微小エリアに分割し、その微小エリアについて、輝度が一定値 Y_p 以上となる画素の輝度値の平均値 Y_{ave} から2値化の閾値 B_{th} を計算し、前記一定値 Y_p 以上となる画素数 m が任意の基準値 M 未満である場合にはその微小エリアほとんどが暗い黒ベタ部分と判断して任意の固定の閾値を使用し、前記基準値 M 以上である場合にはその微小エリアは前記黒ベタ部分ではなく、値域内で輝度が適度に分布していると判断し、前記閾値 B_{th} を使用する。

【0067】それゆえ、自然画の場合は空、文字の場合は背景といった、画素値が1になるのが望ましい前記一定値 Y_p 以上となる画素のみの輝度情報を抽出し、2値化の閾値 B_{th} を決定するので、暗い背景がランダムに1または0に2値化されるようなノイズが生じるようなことはなく、文字認識の前処理としても有効である。

【0068】また、本発明の画像2値化方法は、以上のように、任意の1個の微小エリアを注目微小エリアとしたとき、該注目微小エリアを含む近傍数エリアの閾値との間で補間を取ることによって、前記注目微小エリアの新たな閾値 B_{ave} として算出する。

【0069】それゆえ、隣接微小エリア間で2値化の閾

値B t hが大きく異なるのを緩和できるため、良好な2値化画像を得ることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる画像2値化方法が適用される画像処理装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図2】2値化処理にあたっての画像中の注目エリアを説明するための図である。

【図3】濃度補正を実現する濃度ヒストグラムの伸張処理を説明するためのグラフである。

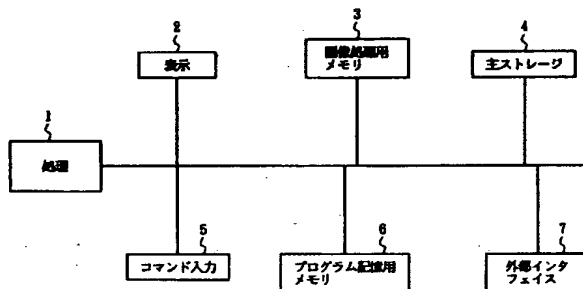
【図4】色調補正を説明するための濃度ヒストグラムである。

【図5】前記濃度ヒストグラム伸長に用いる変換式を説明するためのグラフである。

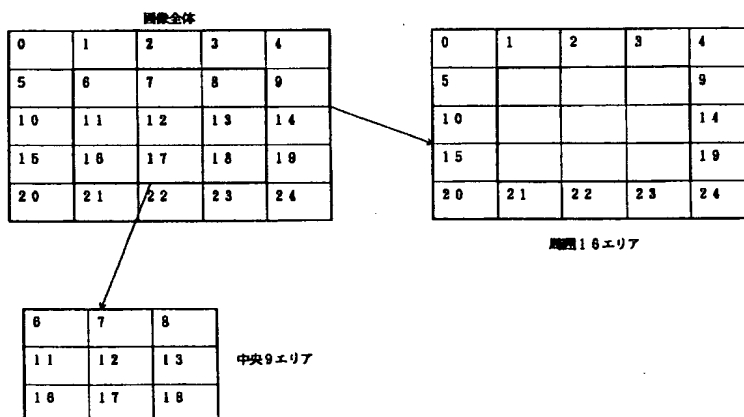
【図6】2値化処理を行う画像の微小エリアへの分割を説明するための図である。

【図7】本発明の実施の一形態の画像2値化方法を説明

【図1】



【図2】



するためのフローチャートである。

【図8】前記図7における2値化処理の詳細を説明するためのフローチャートである。

【図9】2値化処理結果の一例を示す図である。

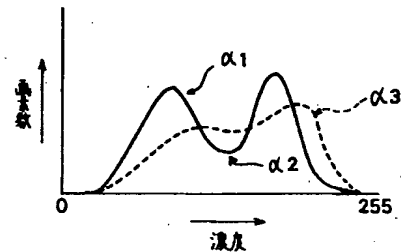
【図10】2値化処理結果の他の例を示す図である。

【図11】従来の2値化閾値の求め方を説明するための濃度ヒストグラムである。

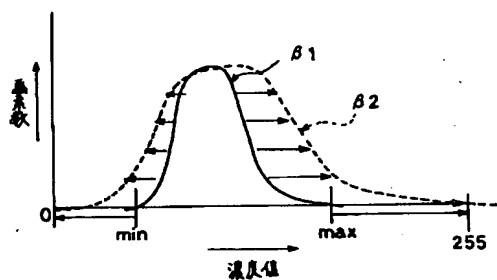
【符号の説明】

- 1 処理装置
- 2 表示装置
- 3 画像処理用メモリ
- 4 主ストレージ装置
- 5 コマンド入力装置
- 6 プログラム記憶用メモリ
- 7 外部インタフェース回路

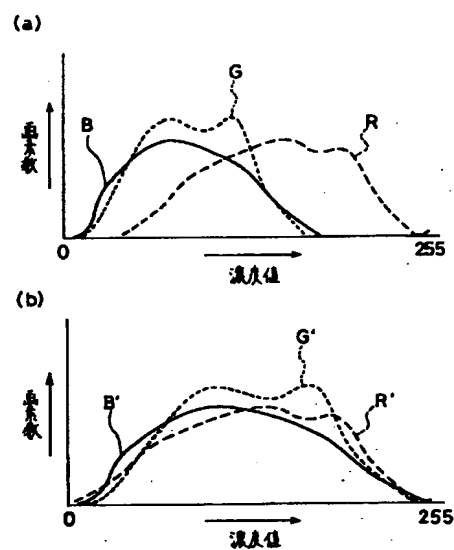
【図11】



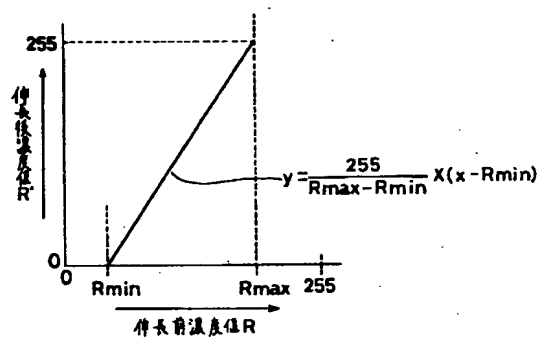
【図3】



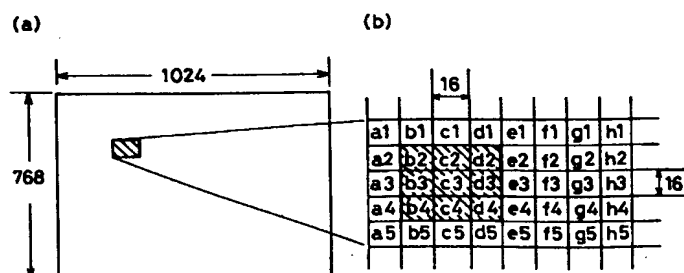
【図4】



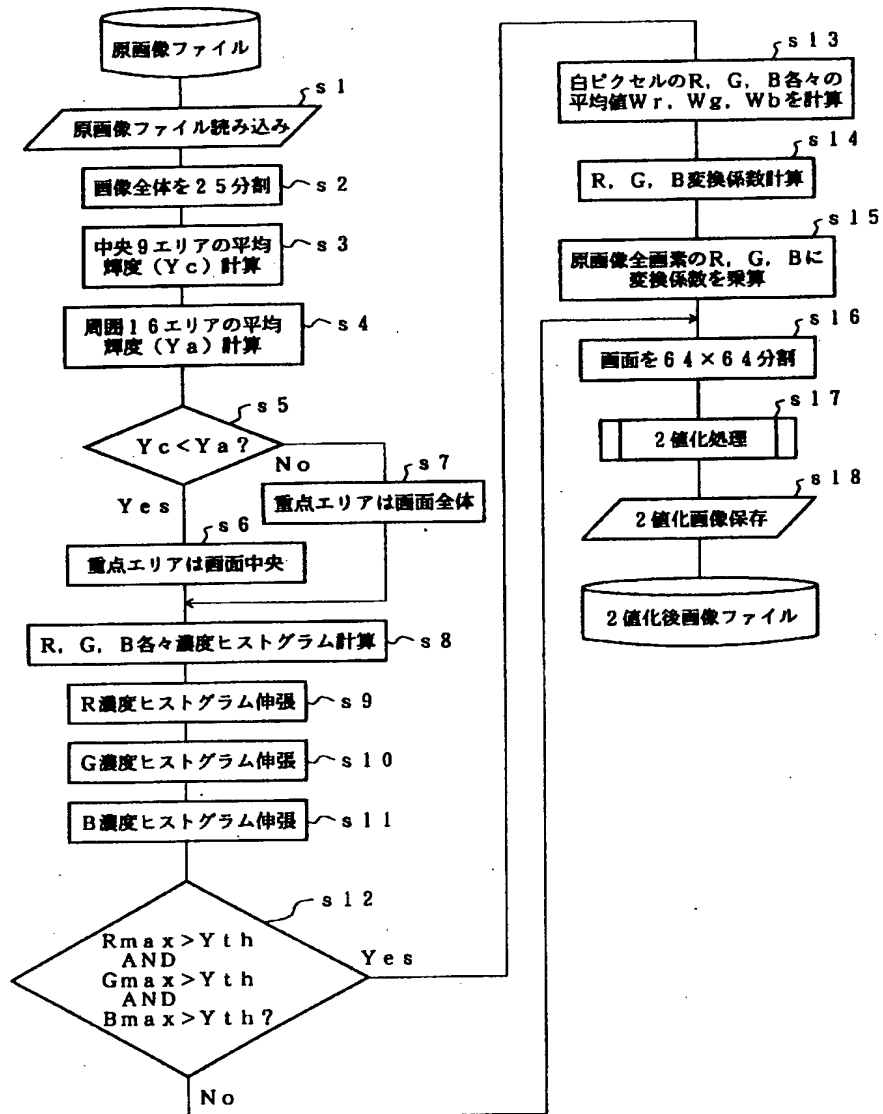
【図5】



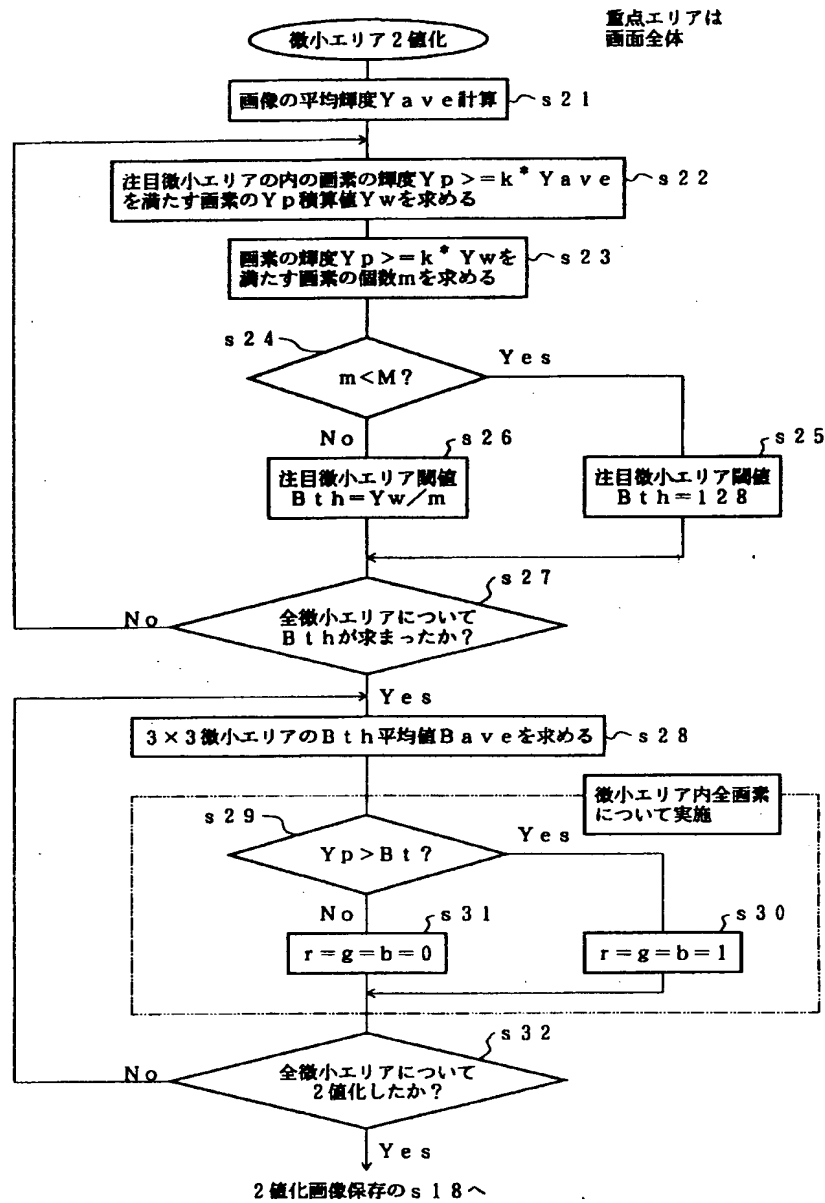
【図6】



【図7】

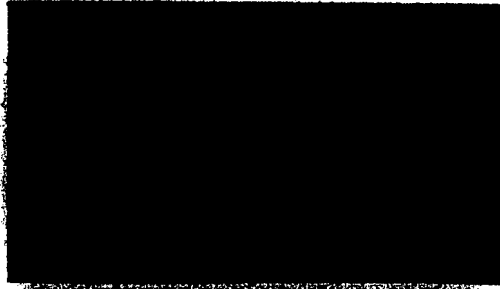


【図8】

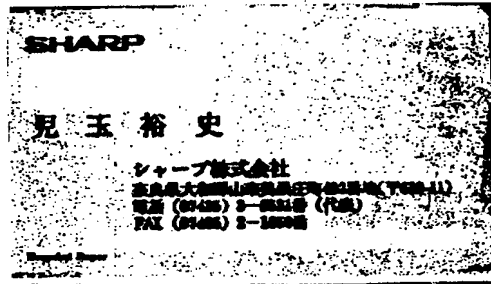


【図9】

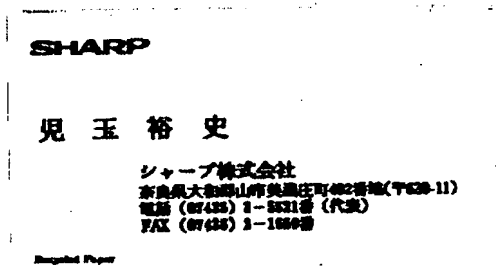
(a)



(b)

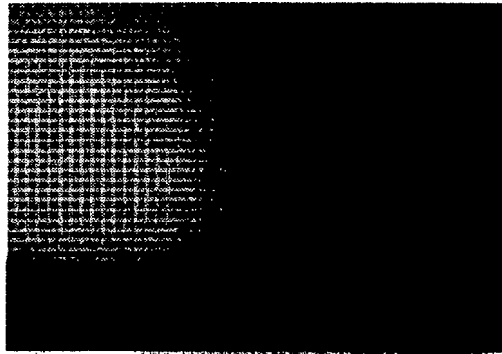


(c)

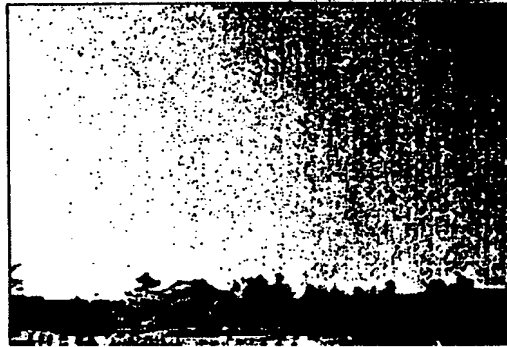


【図10】

(a)



(b)



(c)

